

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年10月11日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-298359

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-298359 ]

出 願 人  
Applicant(s):

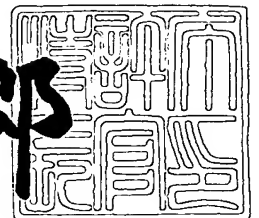
パイオニア株式会社

Masahiro KATSUMURA, et al. Q7786  
BEAM ADJUSTING SAMPLE, BEAM ADJUSTING  
METHOD AND BEAM ADJUSTING DEVICE  
Filing Date: October 07, 2003  
Darryl Mexic 202-293-7060  
(1)

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049513

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0146

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 37/28

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 勝村 昌広

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 小島 良明

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 和田 泰光

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 北原 弘昭

【特許出願人】

    【識別番号】 000005016

    【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100116182

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 照雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 110804

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0108677

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ビーム調整用試料、ビーム調整方法及びビーム調整装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面が平坦な板状であり、互いに直交する二つのエッジを有するビーム調整用試料にビームを照射するステップと、

前記ビーム調整用試料を通り抜けた前記ビームのビーム量を検出するステップと、を有し、

前記ビームは、前記二つのエッジを垂直に走査することを特徴とするビーム調整方法。

【請求項 2】 前記ビーム調整用試料は、前記二つのエッジにより定義され、厚さ方向に貫通する貫通孔を有し、

前記ビームは、前記貫通孔上で走査方向が変更されることを特徴とする請求項 1 に記載のビーム調整用方法。

【請求項 3】 前記ビーム調整用試料の前記二つのエッジは、前記ビーム調整用試料端部の二つのエッジであり、

前記ビームは、前記ビーム調整用試料上または前記ビーム調整用試料外で走査方向が変更されることを特徴とする請求項 1 に記載のビーム調整用方法。

【請求項 4】 前記ビームの照射位置と検出された前記ビームのビーム量に基づき、前記ビームを調整することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか記載のビーム調整方法。

【請求項 5】 前記ビーム調整用試料上に配置された微細構造物に対し前記ビームを照射し、ビーム照射方向位置を調整するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか記載のビーム調整方法。

【請求項 6】 前記ビーム調整用試料の高さ位置を検出するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか記載のビーム調整方法。

【請求項 7】 表面が平坦な板状のビーム調整用試料であって、互いに直交する二つのエッジを有することを特徴とするビーム調整用試料。

【請求項 8】 前記二つのエッジにより定義され、厚さ方向に貫通する貫通孔を有することを特徴とする請求項 7 記載のビーム調整用試料。

【請求項 9】 前記二つのエッジは、前記ビーム調整用試料端部の二つのエッジであることを特徴とする請求項 7 記載のビーム調整用試料。

【請求項 10】 前記ビーム調整用試料の表面には、微細構造物が付着していることを特徴とする請求項 6 乃至 9 の何れか記載のビーム調整用試料。

【請求項 11】 前記微細構造物の表面は、電子阻止能の高い元素で被膜されていることを特徴とする請求項 10 記載のビーム調整用試料。

【請求項 12】 表面が平坦な板状であり、互いに直交する二つのエッジを有するビーム調整用試料を載置するステージと、

前記ビーム調整用試料に対し、ビームを照射するビーム発生器と、

前記ビームの照射により発生する二次電子を検出する二次電子検出器と、

前記ビーム調整用試料の位置を検出する位置検出器と、

前記ステージの下方に配置されたビーム検出器と、を有し、

前記ビーム検出器は、前記ビーム調整用試料を通り抜けた電子ビームのビーム量を検出することを特徴とするビーム調整装置。

【請求項 13】 前記ビーム調整用試料は、前記二つのエッジにより定義され、厚さ方向に貫通する貫通孔を有し、

前記ビーム発生器は、前記貫通孔上で走査方向を変更するように前記電子ビームを照射することを特徴とする請求項 12 記載のビーム調整装置。

【請求項 14】 前記ビーム調整用試料の前記二つのエッジは、前記ビーム調整用試料端部の二つのエッジであり、

前記ビーム発生器は、前記ビーム調整用試料上または前記ビーム調整用試料外で走査方向を変更するようにビームを照射することを特徴とする請求項 12 記載のビーム調整用試料。

【請求項 15】 前記ビーム発生器は、前記ビーム調整用試料の表面に配置された微細構造物に前記ビームを照射することを特徴とする請求項 12 乃至 14 の何れか記載のビーム調整装置。

【請求項 16】 前記微細構造物の表面は、電子阻止能の高い元素で被膜されていることを特徴とする請求項 15 記載のビーム調整装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ビーム調整用試料、ビーム調整方法、およびビーム調整装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、電子ビームを対象物に対して照射し、対象物の形状等を検出する電子ビーム照射装置が知られている。この種の電子ビーム照射装置としては、例えば以下の特許文献に開示されているような走査型電子顕微鏡(SEM)が知られている。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開平 5 - 1 5 9 7 3 5 号公報 (第 2 頁、図 5)

【 0 0 0 4 】

走査型電子顕微鏡では、カソードとアノードとの間に所定の電圧を印加し、カソードから飛び出した電子をアライメントコイルで軸調整した後に集束レンズで収束させて、スチグマコイル、変更コイル及び対物レンズを介して試料の所定位置に集束投射し、試料から発生する二次電子を二次電子検出器で検出する。

【 0 0 0 5 】

以下、この種の電子ビーム照射装置における電子ビームの調整方法を図 1 及び図 2 を参照しながら説明する。

【 0 0 0 6 】

まずは、図 1 に示すように、ステージ上に載置された複数のラテックスボール 1 1 0 等の大きさが既知の微細構造物に電子ビーム 1 0 0 を照射し、電子ビーム 1 0 0 の粗調整を行う。このとき、検出される二次電子を基に得られた画像を見ながら、電子ビーム照射装置の対物レンズのパワーを変更することにより、微細構造物上で電子ビーム 1 0 0 の焦点がほぼ合うように調整する。

【 0 0 0 7 】

電子ビーム 1 0 0 の焦点がほぼラテックスボール 1 1 0 上に調整されると、次に、電子ビームのスポット形状をほぼ円形とするために電子ビームの x 方向及び

y 方向ビーム径を調整する。図 2 および図 3 は、クロスワイヤを用いたビーム径調整を説明するための図である。図 2 では、二つの直角に交差したワイヤ 1 2 0 , 1 3 0 と、ワイヤ 1 2 0 , 1 3 0 の直下に配置されたファラデーカップ 1 4 0 が示されている。

#### 【 0 0 0 8 】

ワイヤ 1 2 0 及び 1 3 0 は、例えばタングステン製のワイヤ線であり、その太さは約  $30\text{ }\mu\text{m}$  である。ワイヤ 1 2 0 及び 1 3 0 は、それぞれ直交する x 方向および y 方向に沿って延出している。このクロスワイヤを用いた調整では、x 方向及び y 方向に沿ってワイヤ 1 2 0 及び 1 3 0 を跨ぐように電子ビーム 1 0 0 を走査し、下方に配置されたファラデーカップ 1 4 0 に入射した電子ビーム量を電気信号に変換する。電気信号は、増幅器 1 5 0 およびローパスフィルタ 1 6 0 を介して、増幅及び波形処理が施され、オシロスコープ 1 7 0 に表示される。

#### 【 0 0 0 9 】

図 4 ( a ) ~ ( c ) は、このファラデーカップ 1 4 0 に入射する電子ビーム 1 0 0 とワイヤ 1 2 0 , 1 3 0 の関係を示す模式図である。ここでは、簡略化のため、ワイヤ 1 2 0 を例に説明する。図 4 ( a ) に示すように、電子ビーム 1 0 0 がすべてワイヤ 1 2 0 上に照射されると、電子ビーム 1 0 0 は、ワイヤ 1 2 0 により阻害されて、ファラデーカップに入射しない。この状態を状態 A とする。次に、電子ビーム 1 0 0 がワイヤ 1 2 0 のエッジ近傍に照射されると、一部の電子ビーム 1 0 1 は、ワイヤ 1 2 0 の側方を通して、ファラデーカップに入射するが、残りの電子ビーム 1 0 2 は、ワイヤ 1 2 0 により散乱し、散乱電子 1 0 3 となる。この状態を状態 B とする。さらに、電子ビーム 1 0 0 がワイヤ 1 2 0 に照射されず、完全に側方を通る場合には、すべての電子ビーム 1 0 0 は、ファラデーカップ 1 4 0 に入射する。この状態を状態 C とする。

#### 【 0 0 1 0 】

図 5 は、電子ビーム 1 0 0 を用いてワイヤ 1 2 0 及び 1 3 0 の一方を連続的に走査したときのファラデーカップ 1 4 0 の出力波形を示すグラフである。図 5 のグラフにおいて横軸は、ビーム走査位置、そして縦軸は、ファラデーカップ 1 4 0 の出力を示し、横軸上に振られた "A", "B", "C" は、それぞれ、図 4 ( a ) ~

(c) に示す状態に対応する。図5に示すように、ファラデーカップの出力は、状態Aから状態Cにかけて急激に上昇する。調整では、ビームプロファイルがガウシアンであるとし、ファラデーカップ140の出力が12%となるビーム位置と88%となるビーム位置の間の幅をビーム径であるとする。そして、x方向及びy方向のそれぞれにつき、このビーム径を最小とするように、さらに、ビーム径がほぼ同一となるように調整を行うことにより、精度の高いほぼ円形のスポット電子ビームを得る。

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記手法によれば、ラテックスボール等を用いた粗調整が不十分な場合には、調整を何度も繰り返し、良好なビーム径が出るまで作業を続けなければならない、非常に多大な時間が必要となる。また、この調整には、経験を必要とし、簡単に扱えるものではない。

#### 【0012】

また、クロスワイヤ法では、x方向及びy方向のビーム径の測定の為に、2本のワイヤを用いているが、図3に示すように、ワイヤには幅があるため、ワイヤの幅の分だけ、x方向とy方向の調整において測定高さが異なっている。従って、クロスワイヤの正確な高さ位置を正確に計ることができず、測定精度に誤差が生じてしまう。

#### 【0013】

また、図4(b)に示すように、状態Bでは、一部の電子ビーム100は、散乱電子103となって散乱するが、一部の散乱電子103は、ワイヤ120で散乱した後に、ファラデーカップ140に入射する。従って、図5に示されるファラデーカップの出力曲線は一部散乱電子により嵩上げされ、ビームプロファイルを正確に表現したものとはならない。従って、正確な精度で測定を行うことが困難である。

#### 【0014】

また、ワイヤ120及び130は、部分的には形状が一部変化しており、z軸方向高さが場所によって異なっている可能性があり、この高さ誤差により測定精



度が劣化してしまう。

【0015】

本発明が解決すべき課題としては、クロスワイヤ法における高精度測定の高難度性が挙げられる。

【0016】

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の請求項1記載のビーム調整方法は、表面が平坦な板状であり、互いに直交する二つのエッジを有するビーム調整用試料にビームを照射するステップと、前記ビーム調整用試料を通り抜けた前記ビームのビーム量を検出するステップと、を有し、前記ビームは、前記二つのエッジを垂直に走査する。

【0018】

また、本発明の請求項7記載のビーム調整用試料は、表面が平坦な板状のビーム調整用試料であって、互いに直交する二つのエッジを有する

【0019】

また、本発明の請求項12記載のビーム調整装置は、表面が平坦な板状であり、互いに直交する二つのエッジを有するビーム調整用試料を載置するステージと、前記ビーム調整用試料に対し、ビームを照射するビーム発生器と、前記ビームの照射により発生する二次電子を検出する二次電子検出器と、前記ビーム調整用試料の位置を検出する位置検出器と、前記ステージの下方に配置されたビーム検出器と、を有し、前記ビーム検出器は、前記ビーム調整用試料を通り抜けた電子ビームのビーム量を検出する

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図6～図12を参照しながら、本発明に係るビーム調整用試料、ビーム調整方法、およびビーム調整装置の実施形態について説明する。

【0021】

図6は、本発明の実施形態に係るビーム調整装置を示す断面図である。本実施形態のビーム調整装置1は、試料50を載置する真空容器3と、真空容器3上に

取り付けられ、試料 5 0 に向かって電子ビームを照射する筒状の電子ビーム照射部 2 とから構成される。

#### 【 0 0 2 2 】

電子ビーム照射部 2 は、電子ビームを発生させる電子ビーム源 1 0 と、アライメントコイル 2 0 と、集束レンズ 2 1 と、スチグマコイル 2 2 と、偏向コイル 2 3 と、対物レンズ 2 4 とから構成されている。これらのコイルまたはレンズ 2 0 ～ 2 4 は、円筒状のコイルから構成されており、発生した電子ビームはこれらのコイル間を通過する。

#### 【 0 0 2 3 】

電子ビーム源 1 0 は、電子ビーム照射部 2 の軸線上に配置されたカソード 1 1 と、カソード 1 1 の側面を所定距離おいて覆うウェーネルト 1 2 と、カソード 1 1 よりも真空容器 3 側に配置されたアノード 1 3 とから構成される。カソード 1 1、ウェーネルト 1 2、アノード 1 3 に所定の電圧を印加すると、カソード 1 1 から電子が飛び出す。飛び出した電子は、アライメントコイル 2 0 にて軸調整されて、真空容器 3 側に移動する。

#### 【 0 0 2 4 】

集束レンズ 2 1 は、アライメントコイル 2 0 にて軸調整された電子ビームを集束して所定の径をもつ電子ビームに変換するためのレンズである。

#### 【 0 0 2 5 】

スチグマコイル 2 2 は、コイル間を通過する電子ビームの非点収差、つまり電子ビームが軸を中心に対称になるように調整するためのコイルである。各種レンズやコイルのパラメータの変更により非点収差が生じる場合には、スチグマコイル 2 2 を調整して非点収差を補正する。この調整法については、後述する。

#### 【 0 0 2 6 】

偏向コイル 2 3 は、電子ビームの入射方向に垂直な x 方向及び y 方向に電子ビームの向きを偏向するためのコイルである。偏向コイル 2 3 に印加する電圧を変化させるに従い、偏向コイル 2 3 内を通過する電子ビームは、コイルが生成する磁場の影響を受け、その進行方向が変化する。この偏向コイル 2 3 は、連続して変化する矩形波、三角波等の交流を印加可能に構成されており、印可される交流

パターンに応じて、電子ビームの向きを連続的に変化させることができる。

【0027】

対物レンズ24は、電子ビームを収束して電子ビームの入射方向（z方向）に沿った焦点位置を調整する為のものである。対物レンズ24は、真空容器3内に載置された試料50上に焦点が合うように調整される。

【0028】

真空容器3は、測定時、図示せぬ排気チューブ及び真空ポンプにより真空引きされている。真空容器3の内部には、ステージ33と、ファラデーカップ34が電子ビームの入射方向に沿って配置されている。ステージ33は、その上面に配置されるファラデーカップ34または試料50をx方向、y方向、及びz方向に移動可能に載置するものであり、測定における基準面を提供している。

【0029】

ステージ33上には、ファラデーカップ34とファラデーカップ34上に載置された試料50が固定されている。ファラデーカップ34は、試料50を通過した電子ビームを、受け取ったビーム量に応じて電気信号に変換するビーム検出器である。ファラデーカップ34は、試料50がステージ33に平行となるように構成されている。

【0030】

真空容器3の上面には、上面位置測定用のレーザ照射器30及びレーザ受光器31が取り付けられている。レーザ照射器30は、ファラデーカップ34上に載置された試料50の上面に向かってレーザビームを照射する。レーザ受光器31は、試料50上で反射したレーザビームを受光し試料50の高さ位置を検知する。

【0031】

また、真空容器3には、二次電子検出器32が配置されている。二次電子検出器32は、試料50上に照射され試料50の各点から放出される二次電子を捕獲するための検出器である。放出される二次電子の量は、試料表面の傾斜角やエッジ等の試料表面の形状に応じて増減する。この捕獲した二次電子を増幅し、捕獲した位置毎に二次元表示することにより、試料50の表面形状の像が得られる。

## 【 0 0 3 2 】

図 7 および図 8 は、ファラデーカップ 3 4 上に載置される試料 5 0 を示す斜視図および図 7 の VIII-VIII 断面図である。試料 5 0 は、表面が平坦な板状のシリコンウェハであり、中央部近傍に表裏を貫通するように開口した貫通孔 5 1 が形成されている。また、貫通孔 5 1 の近傍の試料 5 0 表面には、ラテックスボール 5 3 a 等からなる大きさが既知の微細構造物 5 3 が付着している。試料 5 0 は、測定精度を上げるためにその表面が場所に依存せず均一に平坦であることが好ましく、逆に表面形状が平坦な部材であれば、シリコンウェハに代えて用いることが可能である。

## 【 0 0 3 3 】

ここで、試料 5 0 の微細構造物 5 3 の表面には、電子阻止能の高い元素で被膜されていることが好ましい。試料 5 0 の表面には、電子ビームが繰り返し照射されるため、照射された電子ビームが表面から試料 5 0 に埋め込まれ、表面がチャージアップし、放出される二次電子量に悪影響を及ぼす恐れがある。このため、表面がチャージアップしないように電子阻止能の高い高原子番号の元素 W, Ta, Mo, Pt 等を表面に被膜し、チャージアップしないように構成することが好ましい。この被膜の厚さとしては、100nm 以上であることが好ましい。

## 【 0 0 3 4 】

貫通孔 5 1 は、上面視正方形または長方形形状を有しており、隣り合うエッジ 5 2 は、直交している。また、図 8 (a) に示すように、貫通孔 5 1 の内側面は、試料 5 0 の表面に対して直角に構成されている。また、図 8 (b) に示すように、貫通孔 5 1 の内側面と試料 5 0 の表面のなす角は、 $90^{\circ}$  より小さく構成してもよい。

## 【 0 0 3 5 】

本実施形態においては、この試料 5 0 の貫通孔 5 1 のエッジ 5 2 が、クロスワイヤ法における 2 本のワイヤに代わる構成として用いられる。図 9 (a) 及び (b) は、この試料 5 0 に対して照射される電子ビームの走査パターンを示す図である。本実施形態においては、電子ビームは、試料 5 0 の表面からエッジ 5 2 を垂直に横切って貫通孔 5 1 に向かって照射され、その後に隣り合うエッジ 5 2 を

垂直横切って再度試料 5 0 に電子ビームを照射するように走査される。

【 0 0 3 6 】

図 9 (a) の場合、電子ビームは、照射方向が貫通孔 5 1 上で  $90^\circ$  回転したのち、隣り合うエッジ 5 2 に向かって移動する。また、図 9 (b) の場合、電子ビームは、所定の回転中心を軸として軌跡が円を描くように照射される。図 9 (b) の場合には、電子ビームは、エッジ 5 2 を垂直に通るように軌跡は決定されている。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 (a) ~ (c) は、試料 5 0 に向けて照射される電子ビームと貫通孔 5 1 を通過する電子ビームの関係を示す模式図である。まず、電子ビーム 2 0 0 は、試料 5 0 の表面に向かって照射される。このとき、電子ビーム 2 0 0 は、試料 5 0 の表面で阻害されるため、下方に配置されたファラデーカップ 3 4 には入射しない。この状態を状態 D とする。

【 0 0 3 8 】

次に、電子ビーム 2 0 0 が貫通孔 5 1 のエッジ部 5 2 近傍を照射されると、一部の電子ビーム 2 0 1 は、エッジ部 5 2 の側方を通過してファラデーカップ 3 4 に入射し、残りの電子ビーム 2 0 2 は、エッジ部 5 2 近傍の試料 5 0 表面で阻害されて散乱電子 2 0 3 として散乱する。この散乱電子 2 0 3 は、試料 5 0 の表面で散乱するので、貫通孔 5 1 を透過してファラデーカップ 3 4 に入射する散乱電子は殆どない。この状態を状態 E とする。

【 0 0 3 9 】

さらに、電子ビーム 2 0 0 が移動し、すべてが貫通孔 5 2 を通過する位置までくると、ファラデーカップ 3 4 は、電子ビーム 2 0 0 をすべて受け取る。この状態を状態 F とする。以上の状態 D ~ F は、電子ビーム 2 0 0 が x 方向に移動した場合であっても、y 方向に移動した場合であっても同様である。

【 0 0 4 0 】

図 1 1 は、図 9 (a) に示される走査経路に従って電子ビーム 2 0 0 を用いて試料 5 0 表面を走査したときのファラデーカップの出力を示すグラフである。グラフにおいて横軸は、ビーム走査位置、そして縦軸は、ファラデーカップ 1 4 0

の出力を示し、横軸上に振られた”D”，”E”，”F”は、それぞれ、図 1 0（a）～（c）に示す状態に対応する。

#### 【 0 0 4 1 】

電子ビーム 2 0 0 が試料 5 0 の表面に照射されている状態 D の場合には、ファラデーカップ 3 4 に入射する電子ビーム量は 0 である。電子ビーム 2 0 0 が、x 方向に移動し、貫通孔 5 1 のエッジ 5 2 にかかる位置（状態 E）になると、貫通孔 5 1 を通過してファラデーカップ 3 4 に入射する電子ビームは増加する。そして、すべての電子ビーム 2 0 0 が貫通孔 5 1 を通過する位置（状態 F）となると、これ以上入射する電子ビームの量は増加せず、ある一定値となる。

#### 【 0 0 4 2 】

そして、電子ビーム 2 0 0 の移動方向を y 方向に変更し、電子ビーム 2 0 0 をエッジ部 5 2 を介して再度試料 5 0 の表面に移動させると、図 1 0 のグラフの右側に現れているようにファラデーカップ 3 4 の出力は減少し、0 となる。

#### 【 0 0 4 3 】

本実施形態の調整では、ビームプロファイルはガウシアンであるとし、ファラデーカップ 3 4 の出力が 1 2 % となるビーム位置と 8 8 % となるビーム位置の間の幅をビーム径であるとする。そして、x 方向及び y 方向のそれぞれにつき、このビーム径を最小とするように、さらに、ビーム径がほぼ同一となるように調整を行うことにより、精度の高いほぼ円形のスポット電子ビームを得る。ここで、x 方向及び y 方向のビーム径がほぼ同一であるためには、図 1 1 においてファラデーカップの出力曲線の変化の度合いが左右対称であることを意味する。

#### 【 0 0 4 4 】

以下、図 1 2 を参照しながら、本実施形態のビーム調整方法の流れを上記説明を参酌しながら詳細に説明する。

#### 【 0 0 4 5 】

第一に、真空容器内のステージ 3 3 上にファラデーカップ 3 4、及び試料 5 0 を載置する。このとき、ステージ 3 3 の高さ位置を記録（描画）面と同じ高さに概ね調整しておく。このときの試料 5 0 の表面高さは、上面位置測定用のレーザー照射器 3 0 及びレーザー受光器 3 1 を用いて正確に測定しておく（ステップ S 1）

## 【 0 0 4 6 】

次に、電子ビーム 2 0 0 を試料 5 0 上に付着させたラテックスボール 5 3 a 等から構成される微細構造物 5 3 に照射し、得られた二次電子像をもとに、z 軸方向に焦点をあわせ粗調整を行う（ステップ S 2）。

## 【 0 0 4 7 】

その後、ステージ 3 3 を x 方向および y 方向に移動し、電子ビーム 2 0 0 が試料 5 0 の貫通孔 5 1 近傍に位置するようにする。そして、試料 5 0 の表面からエッジ 5 2 を介して貫通孔 5 1 へ向けて x 方向に電子ビームを走査照射する。このとき、電子ビームは、エッジ 5 2 を垂直に横切るように移動させる（ステップ S 3）。電子ビーム 2 0 0 が貫通孔 5 1 の中央近傍に到着し、すべての電子ビーム 2 0 0 が試料 5 0 を通過する位置までくると、電子ビーム 2 0 0 の走査方向を 9 0 ° 回転させる（ステップ S 4）。そして、貫通孔 5 1 から先ほど通過したエッジと隣り合うエッジ 5 2 を介して試料 5 0 の表面へむけて y 方向に電子ビームを走査照射する（ステップ S 5）。ステップ S 3 からステップ S 5 までの動作は、一回で終了してもよいし、複数回同じ経路を往復させるようにしてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

その後、ファラデーカップの出力を確認し、調整を終了してもよいかどうかをチェックする。調整が不十分である場合には、スチグマコイル 2 2 等を調整し、ビームパラメータを変更し、ステップ S 3 に戻る。問題がなければ、測定を終了する。

## 【 0 0 4 9 】

以上まとめると、本実施形態のビーム調整方法は、表面が平坦な板状であり、厚さ方向に貫通する貫通孔 5 2 が形成されたビーム調整用試料 5 0 にビームを照射するステップと、貫通孔 5 2 を介してビーム調整用試料 5 0 を通り抜けたビームのビーム量を検出するステップと、を有し、ビームは、貫通孔 5 2 上でビームの走査方向を変更するように照射される。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態によれば、単一の試料 5 0 を用いて、z 方向のビーム粗調整および

x 方向および y 方向のビーム径調整を行うことが可能である。従って、ビーム調整の為の手間が簡素化され、ビーム調整のための時間が短縮される。

## 【 0 0 5 1 】

また、x 方向および y 方向のビーム径調整は、一度のビーム走査により行われる。また x 方向調整と y 方向調整の基準となる面が同じ試料 5 0 の表面であるため、x 方向調整と y 方向調整時の高さ誤差が生じない。従って、精度の高いビーム調整を行うことが可能となる。

## 【 0 0 5 2 】

また、試料 5 0 は、シリコンウェハで構成されており、その高さ誤差がほとんどない。さらに、試料 5 0 の表面高さ位置は、レーザ照射器 3 0 及びレーザ受光器 3 1 を用いて正確に測定されているため、正確なビーム測定位置を把握することが可能である。

## 【 0 0 5 3 】

また、微細構造物 5 3 上には、電子阻止能の高い元素が被膜されているため、チャージアップが軽減し、二次電子放出量の誤差が軽減する。また、このコートは、電子ビームによる試料 5 0 のダメージを軽減するため、耐久性の高い試料を提供することが可能となる。

## 【 0 0 5 4 】

本実施形態のビーム測定装置、ビーム測定方法、ビーム測定用試料は、走査型電子顕微鏡に限らず、電子ビームを用いてディスク上に情報を記録する記録装置にも適用可能である。本実施形態のビーム測定装置、ビーム測定方法、ビーム測定用試料は、電子ビームを精度よく調整することが可能であるため、微細なパターン形成が必要とされる高密度記録用の記録装置としても適している。

## 【 0 0 5 5 】

なお、上記実施形態では、試料 5 0 は、中央部近傍に貫通孔を有する構成としたが、これに限られず、電子ビームが二つの直交した端部をそれぞれ垂直に横切るように構成可能であればよい。

## 【 0 0 5 6 】

図 1 3 ( a ) は、試料 5 0 の一変形例として、ファラデーカップ 3 4 上に載置



される試料 6 0 を示す斜視図であり、図 1 3 (b) 及び (c) は、電子ビームの走査パターンを示す図である。試料 6 0 は、表面が平坦な板状のシリコンウェハである。この試料 6 0 は、表面にはラテックスボール 6 3 a 等からなる大きさが既知の微細構造物 6 3 が付着している。試料 6 0 は、測定精度を上げるためにその表面が場所に依存せず均一に平坦であることが好ましく、逆に表面形状が平坦な部材であれば、シリコンウェハに代えて用いることが可能である。

## 【 0 0 5 7 】

ここで、試料 6 0 の微細構造物 6 3 の表面には、電子阻止能の高い高原子番号の元素 W, Ta, Mo, Pt 等を被膜し、チャージアップしないように構成することが好ましい。この被膜の厚さとしては、100nm 以上であることが好ましい。

## 【 0 0 5 8 】

試料 6 0 は、上面視で隣り合う二つのエッジ 6 1 及び 6 2 が直交するように構成されている。エッジ 6 1 及び 6 2 は、それぞれ図 8 (a) と同様に表面に対して直角であってもよく、また図 8 (b) と同様に、なす角が  $90^{\circ}$  より小さく構成してもよい。

## 【 0 0 5 9 】

本変形例においては、電子ビームは、試料 6 0 の外部からエッジ 6 1 を垂直に横切って試料 6 0 表面に照射され、その後に隣り合うエッジを垂直横切って再度試料 6 0 外部に電子ビームを照射するように走査される。

## 【 0 0 6 0 】

図 1 3 (b) の場合、電子ビームは、照射方向が試料 6 0 上で  $90^{\circ}$  回転した後、隣り合うエッジに向かって移動する。また、図 1 3 (c) の場合、電子ビームは、所定の回転中心を軸として軌跡が円を描くように照射される。図 1 3 (c) の場合には、電子ビームは、エッジ 6 1, 6 2 を垂直に通るように軌跡は決定されている。本変形例においてファラデーカップ 3 4 は、試料 6 0 によって阻害されず試料 6 0 を通り抜けた電子ビームを受け取り、そのビーム量を測定する。本変形例のように構成された試料 6 0 を用いても、試料 5 0 と同様の効果が得られる。

## 【 0 0 6 1 】

また、図 1 4 (a) は、試料 5 0 の他変形例として、ファラデーカップ 3 4 上に載置される試料 7 0 を示す斜視図であり、図 1 4 (b) 及び (c) は、電子ビームの走査パターンを示す図である。試料 7 0 は、表面が平坦な板状のシリコンウェハである。この試料 7 0 は、表面にはラテックスボール 7 5 a 等からなる大きさが既知の微細構造物 7 5 が付着している。試料 7 0 は、測定精度を上げるためにその表面が場所に依存せず均一に平坦であることが好ましく、逆に表面形状が平坦な部材であれば、シリコンウェハに代えて用いることが可能である。

#### 【 0 0 6 2 】

ここで、試料 7 0 の微細構造物 7 5 の表面には、電子阻止能の高い高原子番号の元素 W, Ta, Mo, Pt 等を被膜し、チャージアップしないように構成することが好ましい。この被膜の厚さとしては、100nm 以上であることが好ましい。

#### 【 0 0 6 3 】

試料 7 0 は、隣り合う二つのエッジ 7 1 及び 7 2 が交わる角部が切り取られ、二つの互い直交するエッジ 7 3 及び 7 4 が設けられている。エッジ 7 3 及び 7 4 は、それぞれ図 8 (a) と同様に表面に対して直角であってもよく、また図 8 (b) と同様に、なす角が  $90^\circ$  より小さく構成してもよい。

#### 【 0 0 6 4 】

本変形例においては、電子ビームは、試料 7 0 の表面からエッジ 7 3 を垂直に横切って試料 7 0 外部に照射され、その後に隣り合うエッジ 7 4 を垂直横切って再度試料 7 0 上に電子ビームを照射するように走査される。

#### 【 0 0 6 5 】

図 1 4 (b) の場合、電子ビームは、照射方向が試料 7 0 外部で  $90^\circ$  回転した後、隣り合うエッジに向かって移動する。また、図 1 4 (c) の場合、電子ビームは、所定の回転中心を軸として軌跡が円を描くように照射される。図 1 4 (c) の場合には、電子ビームは、エッジ 7 3, 7 4 を垂直に通るように軌跡は決定されている。本変形例においてファラデーカップ 3 4 は、試料 7 0 によって阻害されず試料 7 0 を通り抜けた電子ビームを受け取り、そのビーム量を測定する。本変形例のように構成された試料 7 0 を用いても、試料 5 0, 6 0 と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

電子ビームの粗調整を説明する図である。

【図 2】

クロスワイヤ法を用いた電子ビームのビーム径の測定方法を説明する図である。

【図 3】

クロスワイヤの位置関係を示す図である。

【図 4】

ファラデーカップに入射する電子ビームとワイヤの関係を示す模式図である。

【図 5】

ビーム走査位置とファラデーカップの出力の関係を示すグラフである。

【図 6】

本発明の実施形態に係るビーム調整装置を示す断面図である。

【図 7】

ファラデーカップ上に載置される試料を示す斜視図である。

【図 8】

図 7 の VIII - VIII 断面図である。

【図 9】

試料に対して照射される電子ビームの走査パターンを示す図である。

【図 10】

試料に向けて照射される電子ビームと貫通孔を通過する電子ビームの関係を示す模式図である。

【図 11】

ビーム走査位置とファラデーカップの出力の関係を示すグラフである。

【図 12】

本実施形態のビーム調整方法を示すフローチャートである。

【図 13】

本実施形態の一変形例を示す図である。

【図 1 4】

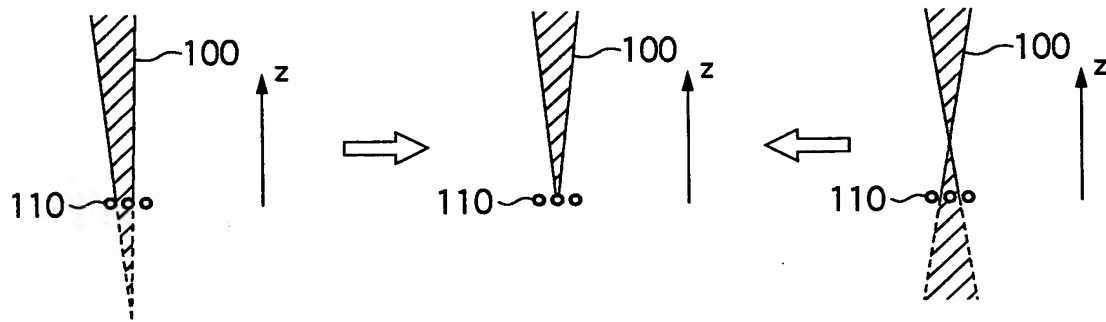
本実施形態の他変形例を示す図である。

【符号の説明】

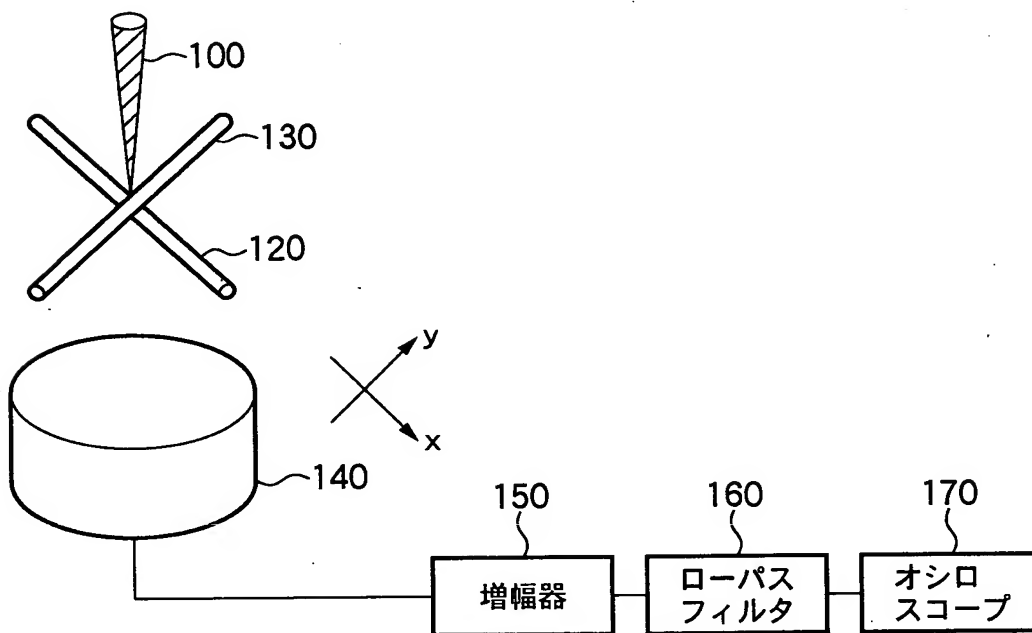
- 1        ビーム調整装置
- 2        電子ビーム照射部
- 3        真空容器
- 1 0      電子ビーム源
- 2 0      アラインメントコイル
- 2 1      集束レンズ
- 2 2      スチグマコイル
- 2 3      偏向コイル
- 2 4      対物レンズ
- 3 0      レーザ照射器
- 3 1      レーザ受光器
- 3 2      二次電子検出器
- 3 3      ステージ
- 3 4      ファラデーカップ
- 5 0      試料
- 5 1      貫通孔
- 5 2      エッジ
- 5 3      微細構造物

【書類名】 図面

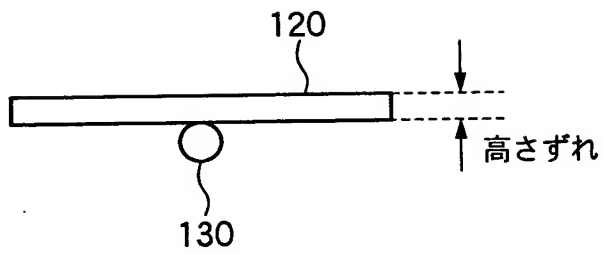
【図 1】



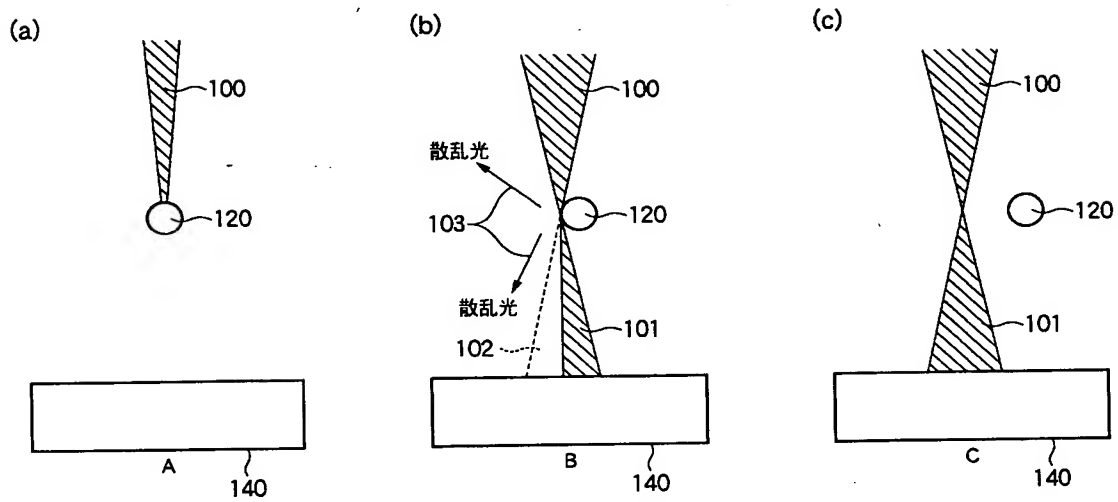
【図 2】



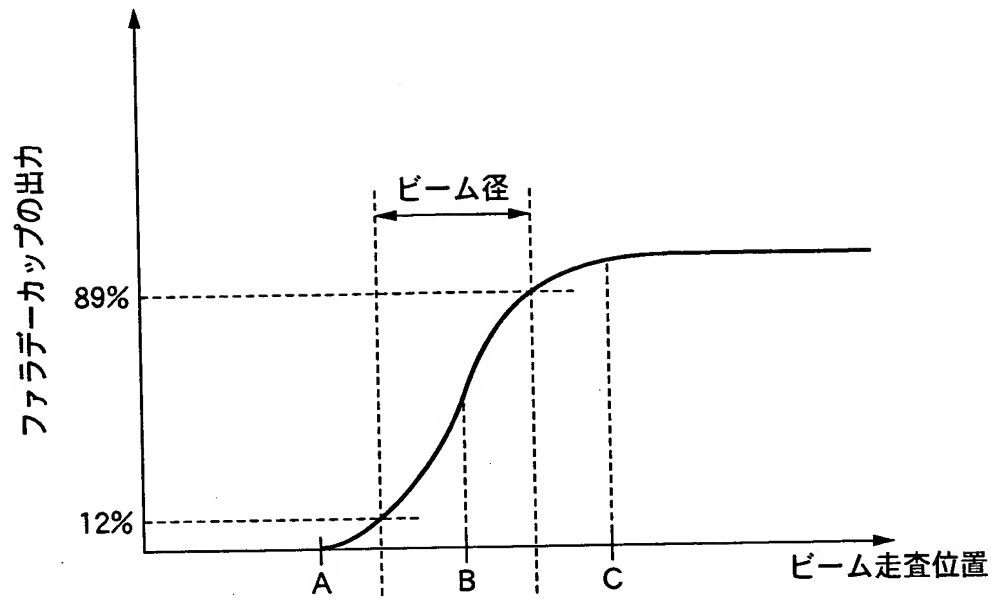
【図 3】



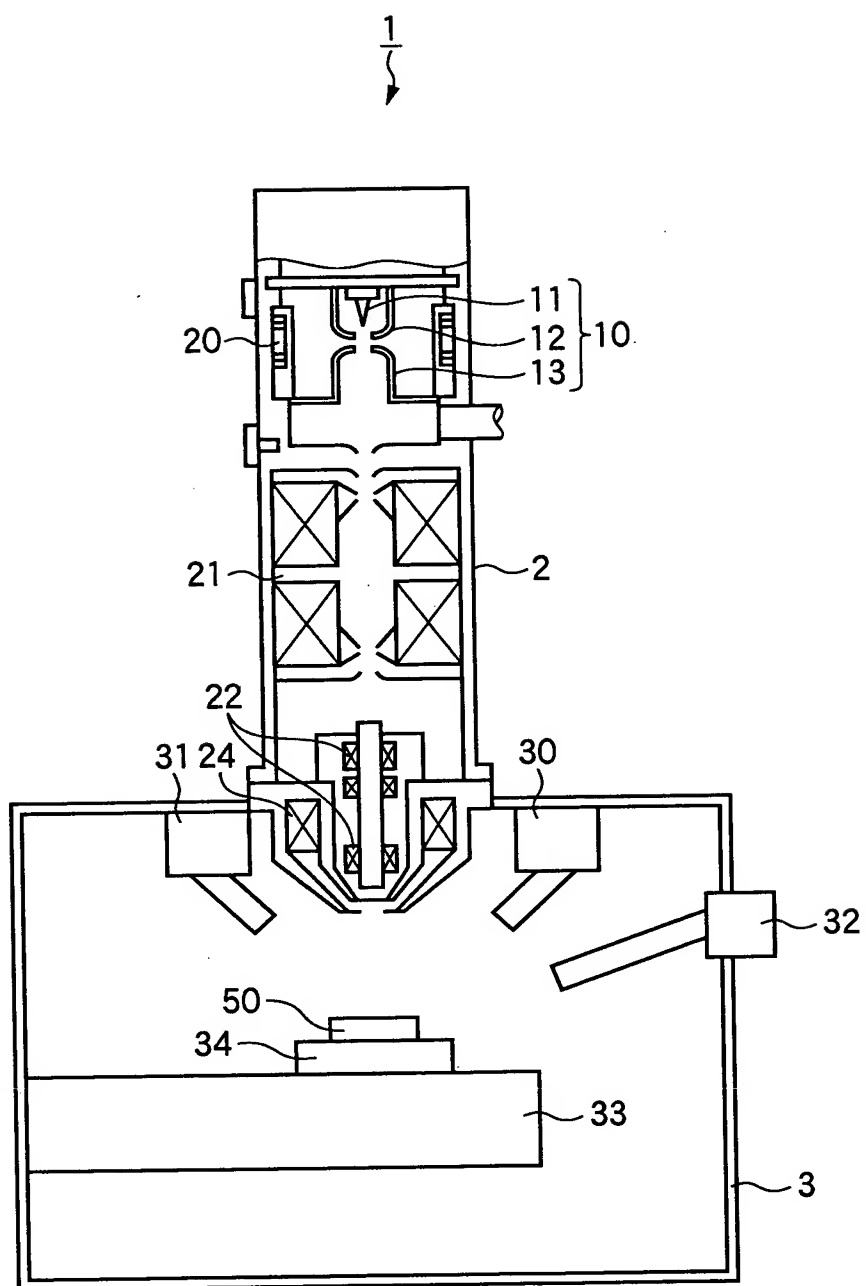
【図 4】



【図5】

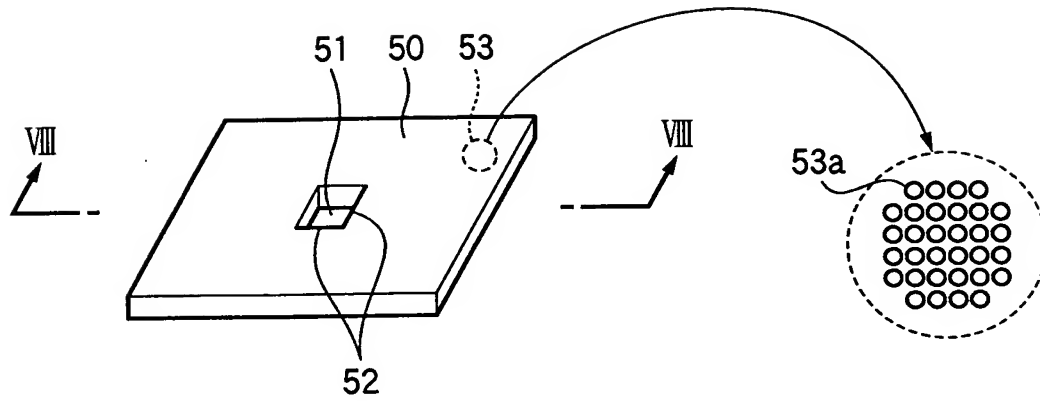


【図 6】



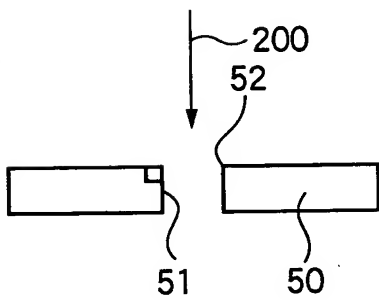


【図 7】

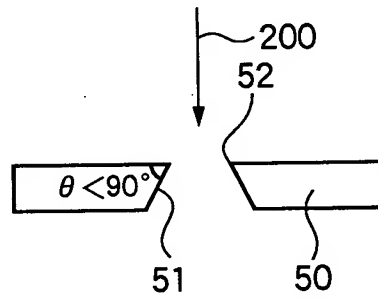


【図 8】

(a)

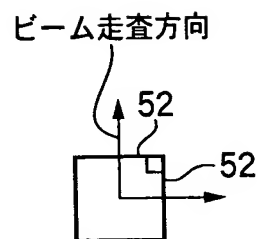


(b)

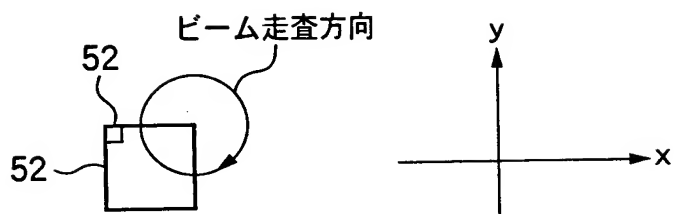


【図 9】

(a)

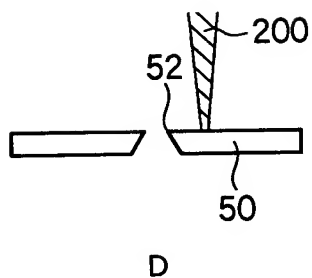


(b)

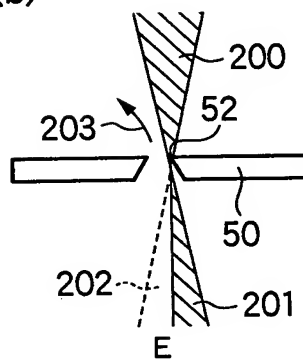


【図 1 0】

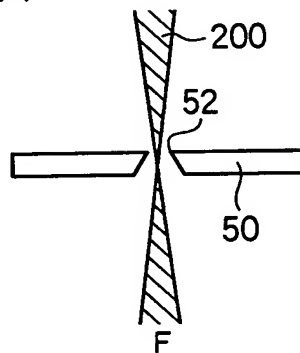
(a)



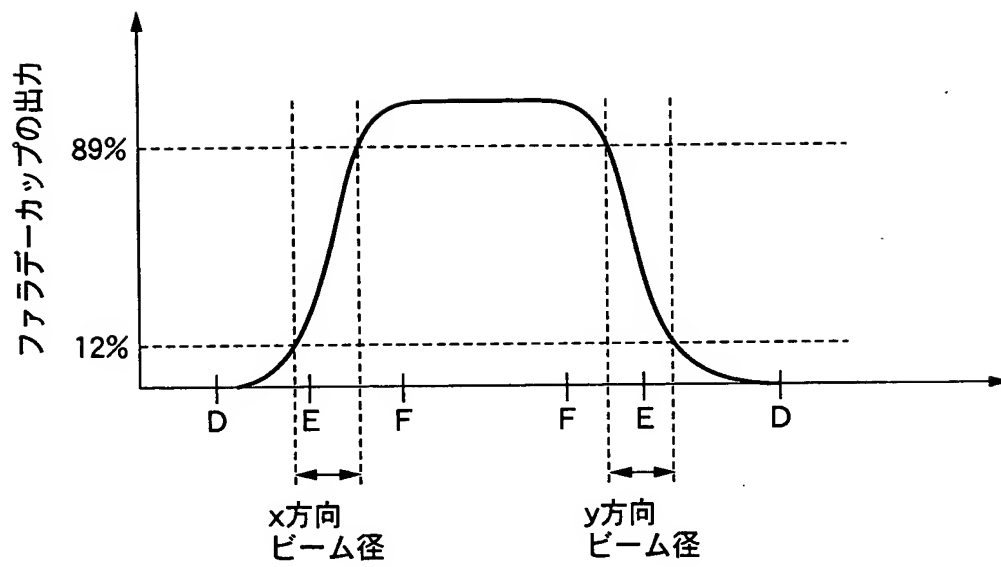
(b)



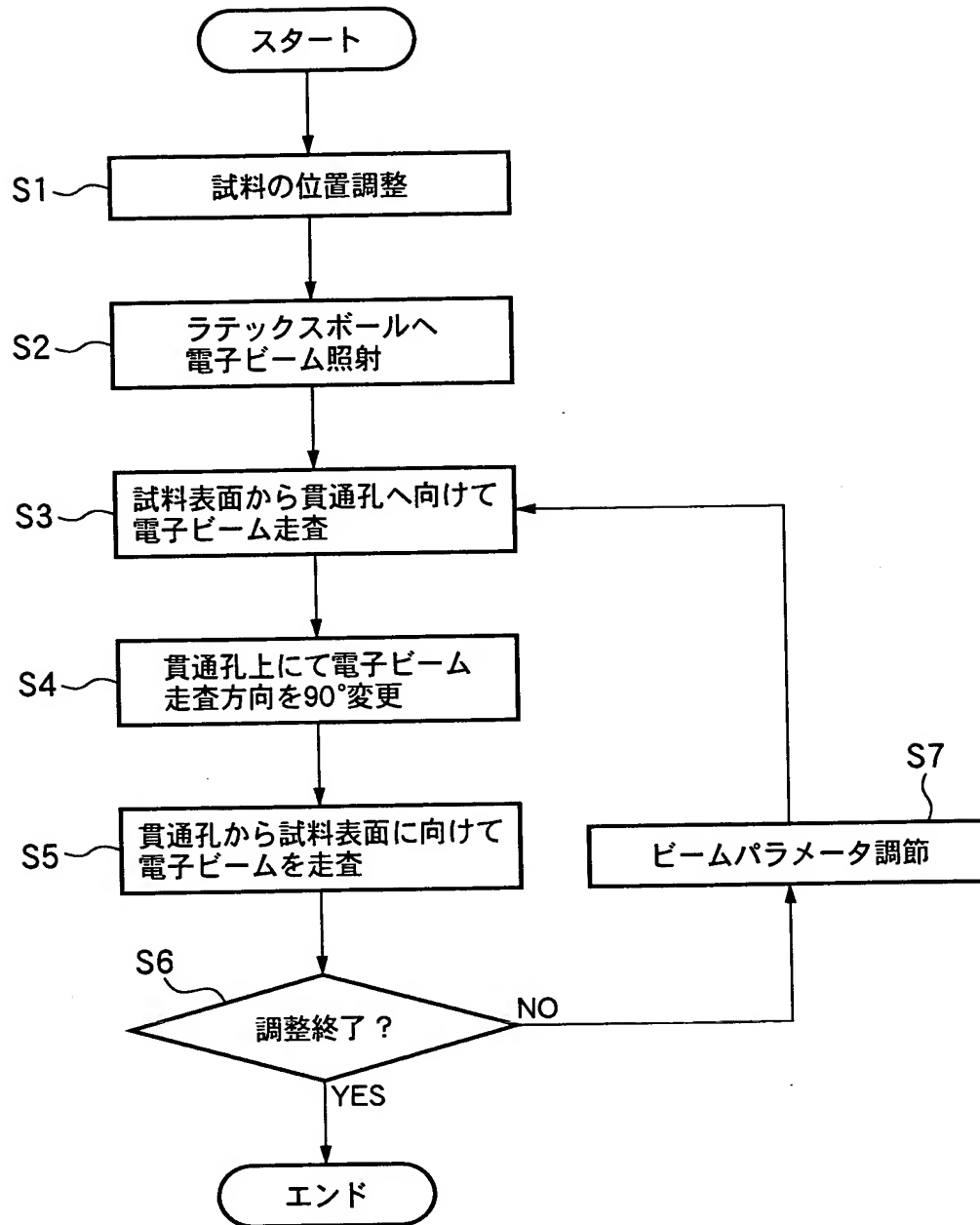
(c)



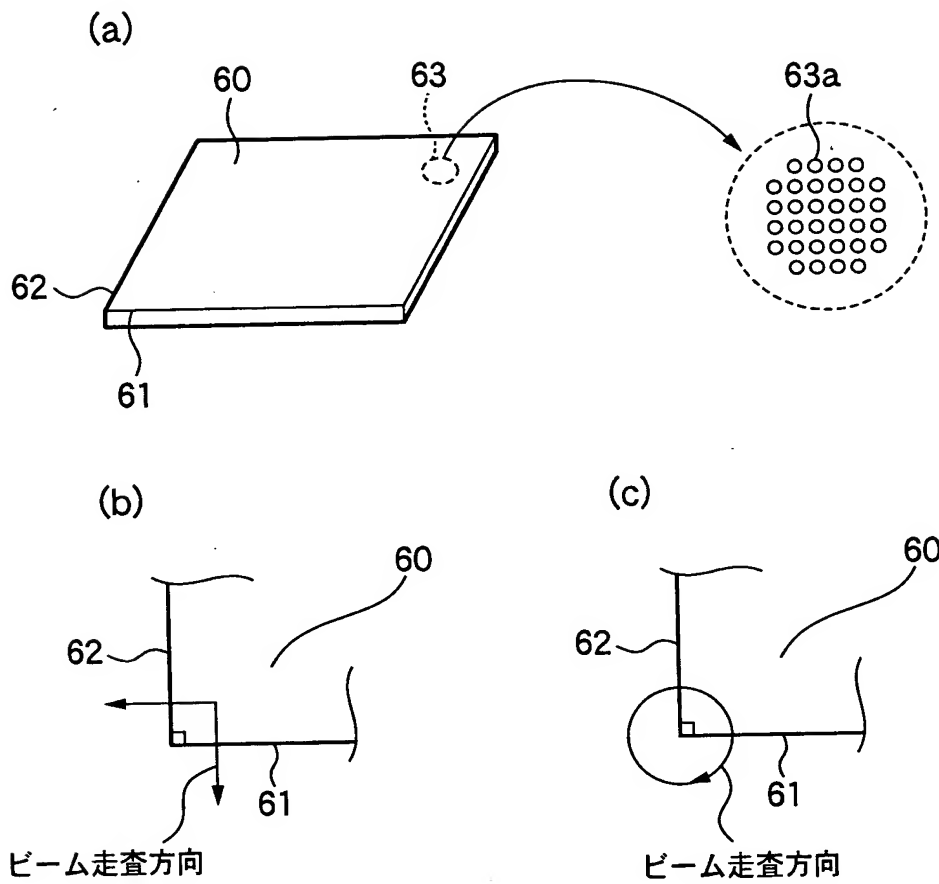
【図 1 1】



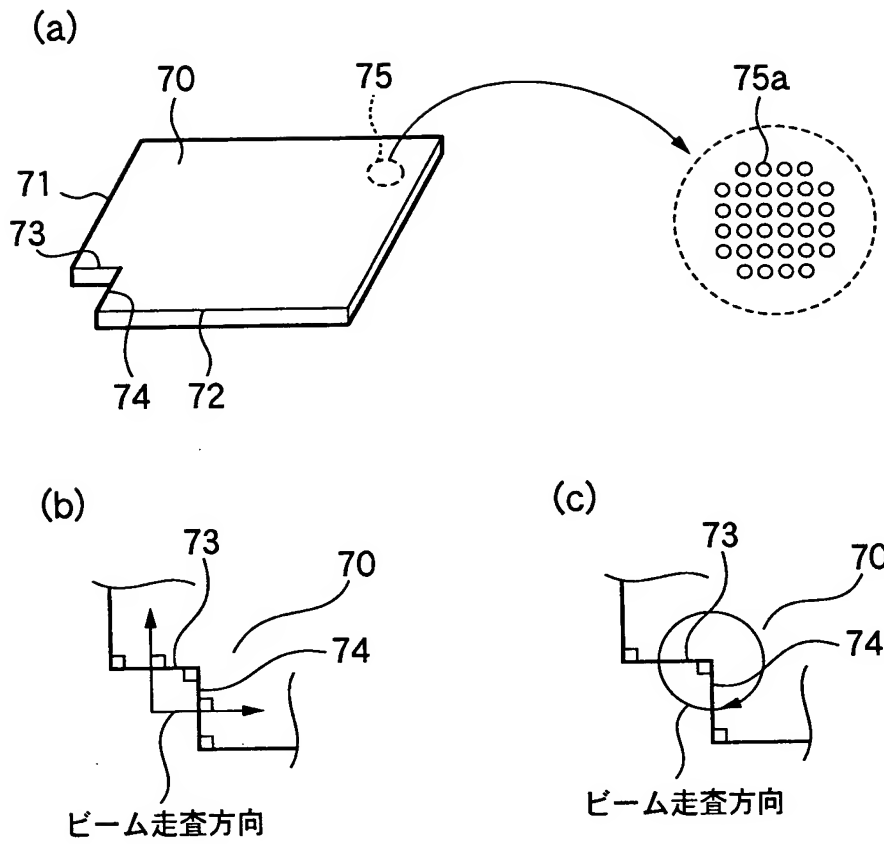
【図 1 2】



【図13】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 精度の高いビーム調整を行う。

【解決手段】 表面が平坦な板状であり、互いに直交する二つのエッジを有するビーム調整用試料を使用する。このビーム調整用試料にビームを照射し、ビーム調整用試料を通り抜けたビーム量を検出する。ここでビームは、前記二つのエッジを垂直に走査する。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 9 8 3 5 9
受付番号	5 0 2 0 1 5 3 4 5 2 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 1 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年10月11日
-------	-------------



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名	パイオニア株式会社